

# Persimmon (*Diospyros sp.*) Processing into Food and Non-Food Products: A Systematic Review

Annie Avila, Bach<sup>1</sup>, Ariana Shapiama, Bach<sup>1</sup>, Kevin Pizán, Bach<sup>1</sup>, Nicoll Moreno, Bach<sup>1</sup>, and Meliza Lindsay Rojas, Dr<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, Perú, avilaani98@gmail.com, ariananicols@gmail.com, kevinpizancisneros@hotmail.com, nicomorenovaras@gmail.com.

<sup>2</sup>Dirección de Investigación, Innovación y Responsabilidad Social, Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, Perú. meliza.rojas@upn.edu.pe

\*Corresponding author: meliza.rojas@upn.edu.pe (M.L. Rojas); Av. Del Ejercito 920, Trujillo, 13001.

**Abstract-** *The persimmon (*Diospyros sp.*) fruit is highly valued for its high nutritional content, especially containing carbohydrates, antioxidants, carotenoids and phenological compounds. Despite its qualities, the information available about the possibilities of exploitation of this fruit is lacking and only one revision was found. For this reason, the present systematic review concerning persimmon fruit processing was carried out. Therefore, the aim of this study was to describe the main processing operations, the type of product or by-product obtained and its possible applications, over the last 6 years. The PRISMA methodology was used, with criteria for inclusion and exclusion in the different databases allowing for an adequate collection of information, resulting in 25 selected articles. As results, in the selected studies, different types of applied operations were found, such as convective drying (the most widely used one) with 20%, pasteurization with 15%, high pressures and milling both with 10%, and lyophilization with 8%. In addition, from the total products, 43% are food products such as flour, snacks, nuts, fiber, among others. Whereas 20 % was made from persimmon processing by-products in the form of flour, vinegar, powder, bioethanol and fertilizer. In conclusion, the research found shows that it is possible to obtain, from persimmon, a diversity of food and non-food products, providing an added value to the khaki through different operations by managing to conserve the fruit for longer, in addition to a business opportunity for food agroindustry.*

**Keywords—** *Persimmon, *Diospyros sp.*, Unit operation, Fruit processing.*

**Digital Object Identifier (DOI):**

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.102>

**ISBN:** 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

# Procesamiento de Caqui (*Diospyros sp.*) en Productos Alimenticios y No Alimenticios: Una Revisión Sistemática

Annie Avila, Bach<sup>1</sup>, Ariana Shapiama, Bach<sup>1</sup>, Kevin Pizán, Bach<sup>1</sup>, Nicoll Moreno, Bach<sup>1</sup>, and Meliza Lindsay Rojas, Dr<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, Perú, avilaani98@gmail.com, Arianicols@gmail.com, kevinpizancisneros@hotmail.com, Nicomorenovar@gmail.com.

<sup>2</sup>Dirección de Investigación, Innovación y Responsabilidad Social, Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, Perú. [meliza.rojas@upn.edu.pe](mailto:meliza.rojas@upn.edu.pe)

\*Corresponding author: meliza.rojas@upn.edu.pe (M.L. Rojas); Av. Del Ejercito 920, Trujillo, 13001.

**Abstract-** El fruto del caqui (*Diospyros sp.*) es muy apreciado por su alto contenido nutricional, especialmente por su contenido en carbohidratos, antioxidantes, carotenoides y compuestos fenológicos. A pesar de sus cualidades, falta la información disponible sobre las posibilidades de aprovechamiento de este fruto y solo se encontró una revisión. Por esta razón, se llevó a cabo la presente revisión sistemática sobre el procesamiento de frutos de caqui. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue describir las principales operaciones de procesamiento, el tipo de producto o subproducto obtenido y sus posibles aplicaciones, durante los últimos 6 años. Se utilizó la metodología PRISMA, con criterios de inclusión y exclusión en las diferentes bases de datos que permitieron una adecuada recolección de información, resultando en 25 artículos seleccionados. Como resultados, en los estudios seleccionados se encontraron diferentes tipos de operaciones aplicadas, como el secado convectivo (el más utilizado) con un 20%, pasteurización con un 15%, altas presiones y molienda ambas con un 10%, y liofilización con un 8%. Además, del total de productos, el 43% son productos alimenticios como harina, snacks, nueces, fibra, entre otros. Mientras que el 20% se elaboró a partir de subproductos del procesamiento del caqui en forma de harina, vinagre, polvo, bioetanol y fertilizante. En conclusión, la investigación encontrada demuestra que es posible obtener, a partir del caqui, una diversidad de productos alimenticios y no alimenticios, brindándole un valor agregado al caqui a través de diferentes operaciones al lograr conservar la fruta por más tiempo, además de una Oportunidad de negocio para la agroindustria de alimentos.

**Palabras clave—** Caqui, *Diospyros sp.*, operación unitaria, procesamiento de frutas.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las personas valoran y buscan de forma muy positiva aquellos productos alimentarios que les proporcionen nutrientes necesarios para su organismo. Teniendo esto en cuenta, una de las materias primas con bastante demanda en los países del hemisferio Norte, viene siendo el fruto caqui científicamente llamado *Diospyros kaki*. Es de origen chino difundido a Corea y Japón. En donde China es productor mundial [1], cultivándose así a principios del siglo XII considerado como fruto de Dioses [2]. Esta especie frutal se expandió en toda el área mediterránea y a varios países sudamericanos clasificándose en sus variedades astringentes y no astringentes. La producción mundial de Caqui se estima en

7 millones de toneladas en donde China representa el 70%, y a la vez España se convirtió en uno de los exportadores más importantes por su variedad de “rojo brillante” [3]. Asimismo, Perú posee actualmente 200 hectáreas de Caqui a nivel nacional de los tipos “Rojo brillante”, “Trump” y Jiro (Fuyu)” siendo estos frutos muy comercializados en mercados internacionales [4]. Un punto muy importante para tomar en cuenta es la expansión del fruto por Sudamérica y América latina, permitiendo a los países ser cultivadores y exportadores aumentando así significativamente su rentabilidad, a la vez el fruto sea más valorado y accesible geográficamente [5]. Otro dato importante, como menciona [6], es la valoración del fruto caqui debido a sus nutrientes, especialmente proteína 0.58%, grasas totales 0.19%, energía 70%, carbohidratos 18.59%, tiamina 0.03%, riboflavina 0.02%, niacina 0.10%, fibra dietética total 3.60%, vitamina C 8%, calcio 8%, potasio 16.1%, magnesio 9%, fósforo 17%, Zinc 0.11%, hierro 0.15% y agua 80.32%, indicado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá [1]. teniendo todos estos componentes se puede emplear en formulaciones y elaboraciones de alimentos, impulsando así a esta materia prima con valor agregado en la obtención de productos y subproductos alimentarios. En ese sentido, hasta la fecha se encontró una revisión sistemática enfocada en el estudio de las propiedades del caqui como composición química, compuestos bioactivos y su uso potencial en el desarrollo de nuevos productos. En la revisión realizada por [7] menciona que la calidad nutricional en relación con la influencia de maduración, almacenamiento, y el procesamiento del fruto caqui se le debe dar valor agregado, desde el cultivo, postcosecha y fruto natural como tal, también implementar métodos para reducir residuos como cáscaras y pepas aplicando el desarrollo de tecnologías y biotecnología para la obtención de productos.

Teniendo esto en cuenta, no se encontró muchas revisiones de forma sistemática y actualizada excepto la revisión anteriormente mencionada. Por esta razón, esto conlleva a realizar una investigación referente a las distintas aplicaciones o usos de productos y subproductos que se le está dando al fruto caqui, ya que se viene convirtiendo en un alimento valorado por las personas, debido a que brinda beneficios alimentarios para el organismo. Así también, la falta de información es una de las causas posibles para el poco desarrollo industrial del fruto. Sin

embargo, la existencia de artículos científicos diversos sobre esta fruta en los últimos 6 años, demuestran el incremento del interés en la mejora y diversificación de alimentos hechos de a base de caqui, así como el aprovechamiento de sus componentes.

Por lo cual, la presente revisión sistemática tiene por objetivo describir las principales operaciones de procesamiento, el tipo de producto o subproducto y sus aplicaciones en los últimos 6 años. Se espera que la información presentada en este estudio sobre la tendencia de desarrollo de este fruto permita incrementar la valorización industrial del fruto de caqui. Por lo tanto, la presente investigación puede utilizarse como base de recopilación de información en futuras investigaciones y aplicaciones en el sector académico agroindustrial.

## II. METODOLOGIA

Para la realización de este estudio de investigación que presenta formato de revisión sistemática, se aplicaron distintas técnicas e instrumentos para la obtención de información que tengan relación con nuestro tema de estudio. De la misma forma se aplicaron distintos criterios de inclusión y exclusión como procedimientos para la delimitación de información obtenida en distintas bases de datos. Así mismo, se aplicará un diseño de declaración prisma, que ayuda en la planificación y comprobación en criterios de selección [8].

### A. Búsqueda bibliográfica

Para la obtención de artículos científicos que fueron utilizados en este estudio, se emplearon distintas fuentes de información, tales como Scielo, Google académico, Taylor & Francis, Springer Link y Wiley Online Library. Del mismo modo, a través de la biblioteca virtual UPN se hizo uso de las bases de datos como EBSCO Host y ProQuest. Durante la búsqueda de información se aplicaron distintas palabras clave como: Food, processed, caqui, alimentarios, Diospyros Kaki, products, applications, persimmon. Al mismo tiempo, se aplicaron los conectores booleanos para ayudar en la búsqueda aplicando para definición (AND), ampliación (OR) y limitación (NOT). Por ejemplo:

- Google académico  
“Caqui” AND “productos” AND “alimentarios”;  
“Diospyros Kaki” AND “products”
- Taylor and Francis  
“Diospyros Kaki” AND “products”
- EBSCO Host  
“Diospyros Kaki” AND “products” NOT “medicine”;  
“Persimmon” AND “processing”
- Science Direct  
“Caqui” AND “Productos” AND “alimentario”; “caqui” AND “aprovechamiento”
- Scielo

“Diospyros Kaki” AND “products”; “caqui” AND “productos”

- Wiley Online Library  
“Diospyros Kaki” AND “products”; “persimmon” AND “processed” OR “products”
- Springer Link  
“Persimmon” AND “applications” OR “food”
- ProQuest  
“Persimmon” AND “products” OR “processed”;  
“Diospyros Kaki” AND “products” NOT “medicine”

### B. Criterios de inclusión y exclusión

Para la inclusión de artículos se aplicaron distintos criterios de selección basados en idioma (Inglés y español), año de publicación (2015-2021), semejanza con el tema de estudio y formato adecuado (artículos originales). De tal manera, aplicando estos criterios el número de artículos seleccionados se redujo a una cantidad de 25 para la redacción y respectivo análisis (Fig. 1). Cabe mencionar que, de los (239) artículos encontrados, (194) fueron excluidos, los cuales presentaron demasiada información irrelevante además de no encontrarse en el rango de los 6 años, entre estos son guías y libros, de igual forma se descartaron aquellos artículos que se encontraron en páginas web no verificadas. Finalmente se excluyeron artículos que no presentaban como principal idioma el español o inglés y artículos que no cumplían con la temática de estudio.

### C. Procedimiento de análisis de la información

Para el análisis de la información obtenida, se realizó y aplicó una variedad de organizadores de datos, mediante el uso de programas y aplicaciones, donde se realizaron comparaciones y similitudes entre los artículos obtenidos. Por otro lado, para una mejor caracterización de la información encontrada se realizaron dos matrices en el software Microsoft Excel a la vez gráficos estadísticos descriptivos. En la primera matriz, se clasificó la información según el autor, título de la investigación, idioma, año de publicación, base de datos y el país de procedencia. De la misma forma, para la segunda matriz, se ordenó la información por variedad del fruto, tipo de operación/proceso, producto, subproducto obtenido y aplicación.

## III. RESULTADOS Y DISCUSION

### A. Selección de Artículos

Al aplicar los criterios de inclusión y exclusión según la metodología PRISMA (Fig. 1), resultaron en un total de 25 artículos seleccionados los cuales fueron considerados para la etapa de resultados y discusión de la presente revisión sistemática.

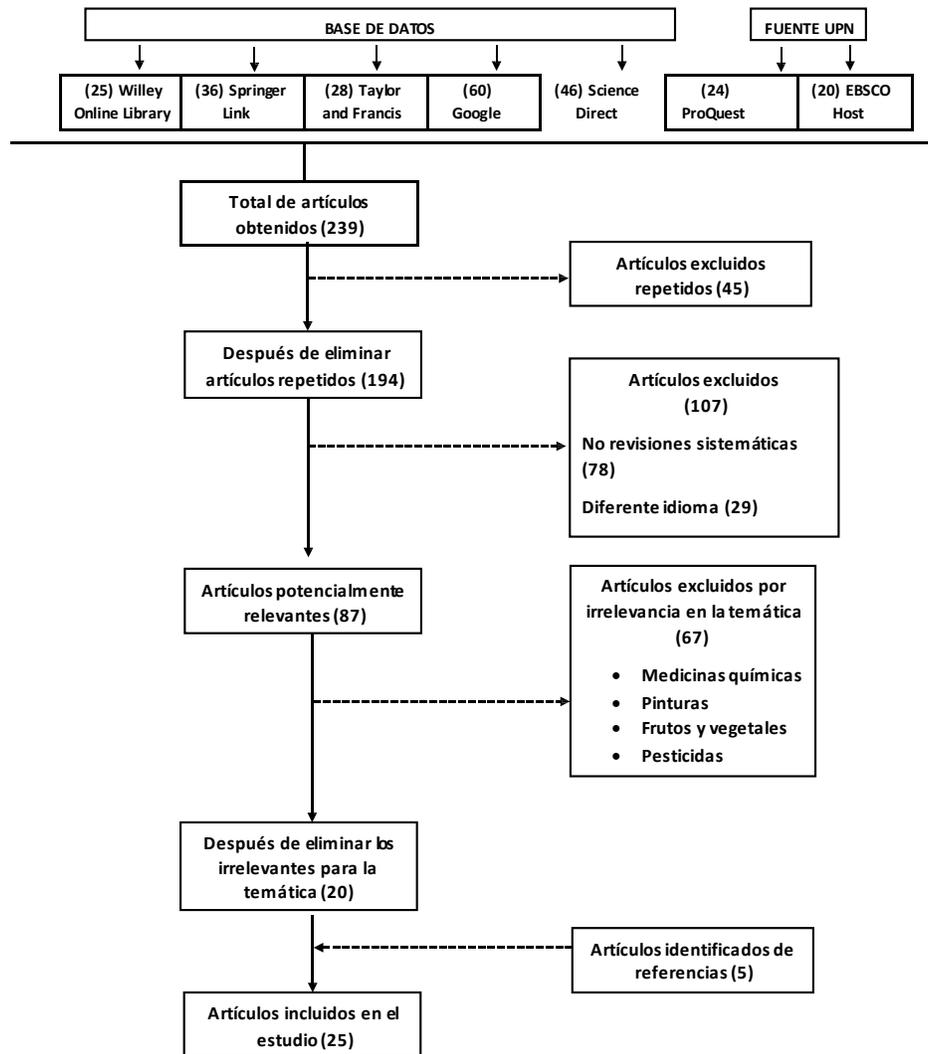


Fig. 1 Diagrama Prisma del procedimiento de selección de artículos

En la TABLA I se presenta una de matriz mostrando 19 de 25 de los artículos seleccionados y caracterizados por título, idioma, base de datos, revista, país, autor y año. Del total de artículos seleccionados un 76% se encontró en idioma inglés y un 24% en español, mientras que las bases de datos donde se encontraron la mayor cantidad de artículos seleccionados fueron Wiley Online Library con 28% de artículos encontrados y Google Académico con 20%. Los países que más estudian en la temática se encuentran España (32%), seguido de Argentina (16%) y Brasil (12%).

### B. Aprovechamiento del fruto de caqui: Productos, Subproductos y Aplicación

A continuación, se describe y discute la información extraída de todas las investigaciones seleccionadas, mediante gráficos en donde se muestran los resultados encontrados por fuentes de información en el rango de años de 2015 a 2021. La

información sintetizada se muestra en la TABLA II. Sin embargo, la información completa sobre los artículos seleccionados y los principales resultados, pueden ser visualizados en el [Material Suplementario](#).

En los estudios seleccionados, se pudo identificar estadísticamente la información correspondiente a variedad del fruto, tipo de operación, además de productos y subproductos alimentarios y no alimentarios presentados en las siguientes gráficas.

Se han encontrado diferentes investigaciones como se puede observar en la Fig. 2 con mayor frecuencia de estudio se encuentra la variedad rojo brillante, por ejemplo, los autores de las referencias [17-20], decidieron optar por esta variedad debido a su mayor valor nutricional que posee y por el menor tiempo de maduración del fruto, a la vez viene siendo de fácil manejo, siendo una buena opción para la aplicación de diferentes tratamientos post cosecha para combatir su astringencia [21-24].

TABLA I  
MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE ARTÍCULOS SELECCIONADOS

| Título   | Idioma  | Base de datos        | Revista  | País           | Autor |
|--|---------|----------------------|--|----------------|-------|
| Anti-hangover and anti-hypertensive effects in vitro of fermented persimmon juice  | Inglés  | Taylor and Francis   | CyTA - Revista de alimentos                        | China          | [9]   |
| Response surface methodology applied to Supercritical Fluid Extraction (SFE) of carotenoids from Persimmon ( <i>Diospyros kaki</i> L.)   | Inglés  | Science Direct       | Food Chemistry                                     | Francia        | [10]  |
| Drying of persimmon fruit ( <i>Diospyros kaki</i> L.) pretreated by different osmotic processes  | Inglés  | Wiley Online Library | Ingeniería de procesos alimentarios                | Brazil         | [11]  |
| Value Added Preserved Food Product from Persimmon ( <i>Diospyros kaki</i> ) Fruit  | Inglés  | EBSCO Host           | International of Innovative Horticulture           | India          | [12]  |
| Effect of particle size on the phytochemical composition and antioxidant properties of two persimmon flours from <i>Diospyros kaki</i> Thumb. vars. Co-products 'Bright Red' and 'Triumph' | Inglés  | ProQuest             | Science of Food and Agriculture                    | España         | [13]  |
| Persimmon flours as functional ingredients in spaghetti: chemical, physico-chemical and cooking quality  | Inglés  | Springer link        | Journal of Food Measurement and Characterization   | Estados Unidos | [14]  |
| Antibacterial films made with persimmon ( <i>Diospyros kaki</i> ), pectin, and glycerol: An experimental design approach   | Inglés  | Wiley Online Library | Journal of Food Science                            | Brazil         | [15]  |
| Studies on preparation and preservation of persimmon ( <i>Diospyros kaki</i> L.) pulp  | Inglés  | Wiley Online Library | Food Processing and preservation                   | India          | [16]  |
| Influence of Thermo-sonication and Ascorbic Acid Treatment on Microbial Inactivation and Shelf-Life Extension of Soft Persimmon ( <i>Diospyros kaki</i> T.) Juice                          | Inglés  | ProQuest             | Tecnología de alimentos y bioprocesos              | Corea          | [17]  |
| Evaluation of the industrial residue of persimmon ( <i>Diospyros kaki</i> Thumb. Cv. Rojo Brillante) as a source of value-added products   | Inglés  | ProQuest             | Valorización de residuos y biomasa                 | España         | [18]  |
| Persimmon milkshakes with enhanced functionality: Understanding consumers' perception of the concept and sensory experience of a functional food   | Inglés  | Science Direct       | Food Science and Technology                        | España         | [19]  |
| Physicochemical Characterization of Pure Persimmon Juice: Nutritional Quality and Food Acceptability   | Inglés  | Wiley Online Library | Journal of Food Science                            | España         | [20]  |
| Actividad antibacteriana y antioxidante de extractos de pulpa y cascara de <i>Diospyros caqui</i>  | Español | Google Académico     | -  | Argentina      | [22]  |
| Estudio reológico de nuevos alimentos lácteos ricos en carotenoides elaborados con caqui.  | Español | Google Académico     | Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos | España         | [23]  |
| Potencial fertilizante de vermicompost obtenido de desechos de caqui   | Español | Google Académico     | VII Jornadas Fertilización                         | España         | [24]  |
| Effect of particle size of persimmon by-product powders on their physicochemical properties and antioxidant activities in porcine patties.   | Inglés  | Wiley Online Library | Food Science & Nutrition                           | Corea          | [25]  |
| Production and preference mapping of persimmon fruit leather: An optimization study by Box- Behnken  | Inglés  | Wiley Online Library | Ingeniería de procesos alimentarios                | Turquía        | [26]  |
| Bioactivity, physicochemical and antimicrobial properties of vinegar made from persimmon ( <i>diospyros kaki</i> ) peels   | Inglés  | EBSCO Host           | Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences  | Turquía        | [27]  |
| Synthesis of descriptive sensory attributes and hedonic rankings of dried persimmon ( <i>Diospyros kaki</i> sp.)   | Inglés  | Wiley Online Library | Food Science & Nutrition                           | Estados Unidos | [28]  |

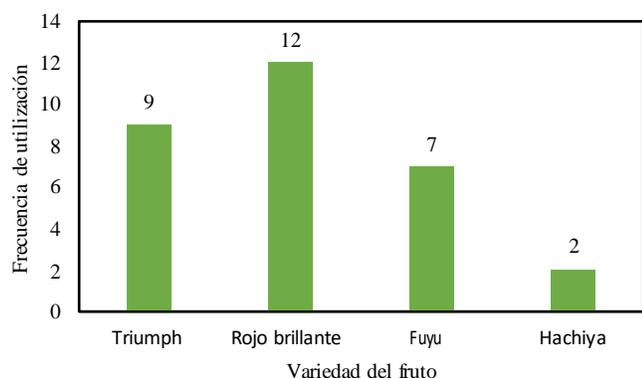


Fig. 2 Frecuencia de utilización de variedades en los estudios encontrados de acuerdo con la variedad del fruto Diospyros Kaki.

Por otro lado, la variedad Triumph es un tipo de fruto que posee un sabor suave, y su astringencia también es fácil de manejar mediante pretratamientos y a la vez es fácil de poder encontrarlo, de manera que ambas variedades son astringentes y ya se han implementado técnicas para eliminar su astringencia sin provocar la excesiva maduración del fruto como es el uso de cámaras con concentraciones elevadas de dióxido de carbono para lograr un punto óptimo de maduración para los siguientes procesos [9][25-27]. Así también, algunos estudios decidieron optar por ambas variedades por ser muy comerciales a la vez económicas para la producción de productos a fines.

Otra de las variedades más usadas dentro de los estudios fue la variedad Fuyu, donde los autores [11], [28-31]. utilizaron esta variedad por la abundancia del fruto y por no presentar astringencia, siendo un fruto muy dulce y particularmente presenta mayor tamaño tipo manzana diferenciándolo de otras variedades. De forma similar, la variedad Hachiya también es no astringente en donde valoraron su alto contenido de sacarosa, caracterizándolo como un fruto naturalmente dulce donde mencionan darle aprovechamiento por las características que presenta el fruto [16][12].

En la Fig. 3 se muestran los diferentes tipos de operaciones que vinieron aplicando los distintos investigadores teniendo como mayor frecuencia de estudio y aplicación la operación de secado y pasteurización, no dejando de lado en segundo orden a molienda y altas presiones. Según lo mencionado, el secado convectivo fue el más utilizado. Esta operación se basa en la reducción de humedad de los alimentos mediante la exposición de temperaturas elevadas que oscilan entre 40 a 75 °C por tiempos aproximados de 45 minutos a 7 horas, lo cual busca reducir el contenido de agua para evitar la actividad de enzimas y microorganismos que puedan deteriorar la materia prima. Debido a su facilidad de aplicación y bajo costo de inversión, los autores [10], [32], [11], [28], [29], [26], [24] y [35], en sus investigaciones aplicaron el secado como la principal operación durante el procesamiento de caqui y a la vez acompañada por otras operaciones como la molienda.

De forma contraria al secado convectivo, otros estudios optaron por la liofilización siendo esta una operación que conserva los alimentos mediante la desecación por sublimación

del agua libre en un alimento. Teniendo esto en cuenta, los autores [18], [35], [11], [29] y [33] aplicaron este proceso por

sin llegar a destruirlos. Sin embargo, una de las desventajas de usar esta operación, es su alta inversión en maquinaria a comparación del secado convectivo que es un proceso más económico. Otro método por reducción de agua mencionada en las investigaciones es la deshidratación osmótica, esta operación se basa en la inmersión de un fruto en una solución

presión osmótica capaz de desplazar el agua libre del fruto y maximizar su concentración en sacarosa. Entre tanto, Gomes et al. [11] aplicaron este proceso permitiéndoles extender la vida útil en el fruto, además de ayudar a conservar gran parte de sus nutrientes, sin afectar sus aspectos sensoriales (color, olor, sabor, apariencia).

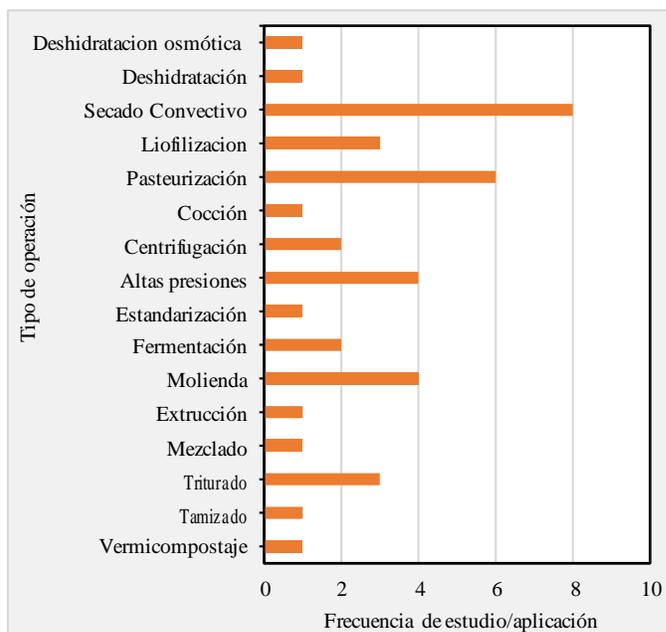


Fig. 3 Frecuencia de aplicación de operaciones durante el procesamiento

Como segunda operación más aplicada se encuentra la pasteurización, esta operación consistió en la aplicación de tratamientos térmicos para la reducción de microorganismos, mayormente aplicada en alimentos líquidos. Por ejemplo, [9] [19-22] aplicaron la pasteurización debido a que permitió la obtención de productos inocuos sin afectar las características propias de los alimentos con el fin de extender el tiempo de conservación.

Por consiguiente, los autores [19], [33], [23] y [31] aplicaron nuevas tecnologías emergentes como las presiones hidrostáticas (PH) y altas presiones hidrostáticas (APH) que les permitió mejorar la inocuidad y dar mejor consistencia a los productos. A diferencia de la pasteurización convencional (mediante tratamiento térmico), aparte de reducir la carga microbiana en el producto, esta operación se da mediante la aplicación de presión por agua. Asimismo, con la misma

frecuencia de operaciones tenemos a la molienda, la cual fue aplicada por los autores [10], [13], [18], [7], [35] y [32] por su eficacia en reducción de tamaño de partículas, por ser de bajo costo de inversión y de fácil acceso la maquinaria.

Por otra parte, la centrifugación es una operación de separación que tiene como base fundamental la separación ya sea por tamaño o densidad con la finalidad de concentrar o aislar partículas que se encuentren suspendidas en un líquido, además de ser un proceso que agiliza la producción de grandes cantidades de un determinado producto. Donde los autores [9] y [17] aplicaron para separar partículas de mayor tamaño que afecten la uniformidad del producto líquido y darle mayor pureza. De forma similar, [23] utilizaron el tamizado como operación para la separación de partículas mediante el uso de un tamiz con un número de malla determinado, para la obtención de un producto con características finas y libre de impurezas. Donde el tamizado es otra operación de separación de partículas con la diferencia que esta se centra en la separación de productos secos, el cual permite obtener un producto más ligero y esponjoso.

A comparación de las demás operaciones estudiadas, la extrusión está conformada por dos o más operaciones. Lucas et al. [14] emplearon la extrusión como principal proceso siendo una técnica que implicó el moldeado a fin de conseguir una estructura y características propias de su producto. De manera que, genera una alta productividad y calidad óptima, a la vez una baja tasa de inversión y fácil manejo.

Adicionalmente, para el procesamiento de subproductos se ha utilizado una operación denominada vermicompostaje, que consiste en la utilización de lombrices para la obtención de composta a partir de restos de materia orgánica. Donde Pérez et al., [34] usaron esta operación para el tratamiento de desechos de forma natural en la obtención de un potenciador y bioestimulante en la tierra de cultivos. Por último, esta operación es de bajo costo y no presenta efectos negativos hacia el ambiente.

En la Fig. 4 se muestra los diferentes tipos de productos obtenidos a partir del fruto de caqui que conforman el Grupo I (Líquidos) los cuales son jugos, vino, batidos, zumos y extractos, Grupo II (secos) están frutos secos, cuero vegetal, snack, harinas y fibra, Grupo III (Semi-Líquidos) como la mermelada y puré y por último el Grupo IV (Envases) conformado por películas comestibles y biodegradables.

Por otro lado, se observa que el grupo II (productos secos) con 43% comprende la mayor cantidad de productos elaborados. En donde Zaghoudi et al., [10], realizaron la extracción de carotenoides por aplicación de fluidos super críticos obteniendo así un polvo rico en antocianinas y este puede ser utilizado como colorante natural en la industria alimentaria. Lucas et al., [13] elaboraron dos tipos de harinas ricas en azúcares con compuestos bioactivos y ácidos orgánicos convirtiéndose en un alimento funcional y como ingrediente alimenticio para queques, bizcochos, galletas, etc. En cambio, Gomes et al., [11] obtuvieron fruto seco con la finalidad de alargar el tiempo de vida útil de este fruto estacional y como ingrediente para

elaborar otros alimentos. Asimismo, Milczarek et al., [28] elaboraron un snack como alimento determinando atributos sensoriales para el aprovechamiento y conservación del fruto. De forma similar, Borsini & Albani [29] evaluaron y elaboraron frutos secos con el fin de alargar la vida útil. Al contrario de Dursun & Dalgic [26] quienes fabricaron cuero vegetal convirtiéndolo en refrigerio saludable siendo un producto con alta concentración en antioxidantes. De igual importancia, se elaboró fibra de caqui como alimento funcional a la vez como ingrediente en la formulación de otros alimentos [35]. Por otro lado, Lucas et al., [14] evaluaron las características fisicoquímicas y químicas de harina de caqui con la finalidad de elaborar espaguetis enriquecidos.

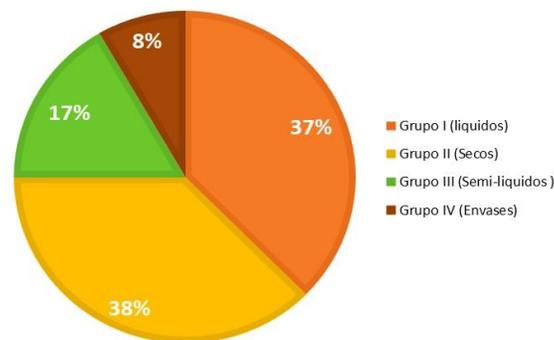


Fig. 4 Productos alimentarios encontrados por diferente grupo

En segundo lugar, se encuentra el Grupo II con 33% de diferentes productos alimenticios encontrados. En ese sentido, [9][17][20] desarrollaron y caracterizaron un jugo de caqui fermentado siendo una bebida dirigida para estudios de salud, con efecto anti-resaca y antihipertensivos potenciales. A la vez valoraron las propiedades nutricionales, teniendo buenos resultados de aceptación y una posible producción industrial, respectivamente.

En cambio, Hernández et al., [19] formularon un extracto de caqui con matrices lácteas para la formulación de nuevos alimentos lácteos en donde estudiaron la reología de estos obteniendo un producto con valor nutricional y mayor tiempo de vida útil. Por su parte, Gonzales. M. [21] elaboró un zumo clarificado de Caqui cremogenado siendo utilizado como ingrediente principal y para la combinación con otros zumos de frutas. Por otro lado, Calderón et al., [22], realizaron extracto etanólico y analizaron la capacidad antioxidante, antibacteriana y nutraceuticas, siendo una bebida funcional para tratar enfermedades. De forma semejante Hernández et al., [23] produjeron, un batido de caqui con leche entera y desnatada logrando una aceptabilidad alta, con alto valor nutricional y muy rico en contenido de antioxidantes dirigido a consumidores.

En el Grupo III con 14% en alimentos con características semilíquidas. En donde, Rodríguez et al., [31], realizaron un estudio donde evaluó la estabilidad de refrigeración de un puré considerando un buen método de conservación para poder comercializarlo. De la misma manera, Ugarte et al., [33]

aplicaron también métodos de conservación en la obtención de pure y granola a base de caqui. Por otra parte, se elaboró una mermelada y le aplicaron una aceptabilidad sensorial, a la vez evaluaron el valor nutricional convirtiéndose en un producto de calidad con valor agregado [12]. Para el Grupo IV con 10% fueron muy pocos los productos encontrados respecto a envases, o coberturas protectoras en alimentos frescos. Entre los cuales tenemos la obtención de películas comestibles siendo aplicadas como envases activos, para brindar seguridad y extender la vida útil en los alimentos [15]. De igual forma se elaboraron películas biodegradables como cubiertas protectoras de alimentos frescos aportando la conservación del medio ambiente [30].

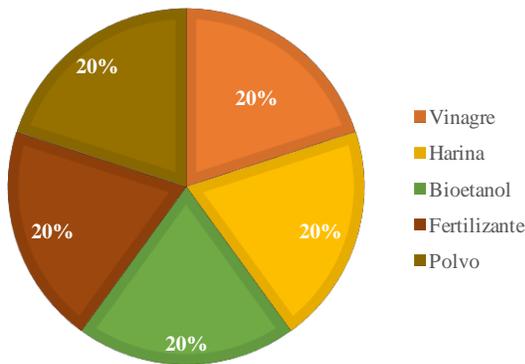


Fig. 5 Diferentes subproductos elaborados a partir de residuos de caqui.

Se puede observar en la Fig. 5 los distintos subproductos encontrados correspondiente a caqui en donde se utilizaron destríos de caqui como cáliz, pepa y cáscara para la elaboración de vinagre, harina, bioetanol, fertilizante y polvo.

En los estudios analizados, se reportan los propósitos del aprovechamiento de subproductos de caqui observándose en la Fig. 5. Donde se utilizaron las cáscaras de caqui para la elaboración de polvo rico en compuestos antioxidantes como flavonoides y carotenoides, a la vez también como ingrediente para la formulación de otros alimentos [18]. Por otra parte, se utilizó semillas, cáscaras y cáliz, para la elaboración de polvo natural, siendo este un ingrediente principal para la masa en la elaboración de empanadas con carne de cerdo, con la finalidad de proporcionar beneficios nutricionales y farmacéuticos promoviendo el consumo nutritivo [32]. Además, se utilizó la cáscara de caqui, que generalmente se desecha, para la elaboración de vinagre teniendo un efecto positivo en sus resultados para la producción de vinagres a base de caqui [27]. También, Conesa et al., [18] elaboraron bioetanol de segunda generación a base de las cáscaras, semillas y cáliz del fruto, con la finalidad de aprovechar estos desechos y generar alternativas para la producción de nuevos productos. Finalmente, Pérez et al., [34] utilizaron las cáscaras, semillas y cáliz en varios tratamientos con lombrices para la elaboración de un fertilizante natural, con el propósito de lograr un estimulante de suelos para mejora de cultivos.

Por lo tanto, de acuerdo con lo encontrado, muchos de los estudios coincidieron en aplicar la operación de secado por convección por ser una técnica de conservación fácil de manejar y porque no se necesita de mucha inversión para aplicarlo a cualquier materia prima en la obtención de un producto o subproducto.

Finalmente, se recomienda futuras investigaciones en optimización de procesos y productos, aplicación de tecnologías emergentes en el procesamiento de caqui. Además de la aplicación y estudios de nuevas operaciones como, amasado, insuflado, macerado, fermentación, carbonatación, para la obtención de productos, en los cuales tenemos, galletas y queques, cereales, bebidas fermentadas, yogurt, bebidas gasificadas respectivamente. Adicionalmente, se pueden aprovechar las operaciones, ya reportadas en los estudios analizados, para producir otros tipos de productos, por ejemplo, aplicar deshidratación osmótica para producir caqui confitado y cristalizado.

#### IV CONCLUSIONES

El aprovechamiento y valoración del fruto caqui abre posibilidades de innovación y producción de nuevos productos alimentarios, aplicando procesos como deshidratación osmótica, secado convectivo, liofilizado, molienda, pasteurizado, entre otros. Mediante las operaciones aplicadas se ha logrado obtener productos derivados de caqui como mermeladas, néctares, harinas, pures, jugos, zumos, galletas, snacks, laminas comestibles, películas comestibles y biodegradables. De igual forma, se aprovecharon los destríos de caqui como, cáscaras, pepas y cáliz para la obtención de subproductos alimentarios y no alimentarios, por ejemplo, vinagre, polvo, harina, bioetanol y fertilizante. Por otro lado, la producción de estos productos hace que se vuelva más consumido y conocido el fruto, y por ende habría más variedad de productos disponibles al consumidor. En síntesis, existen diversas alternativas de procesamiento de caqui para las agroindustrias alimentarias teniendo como demanda no solo la exportación de Caqui en fresco sino también ofreciendo la diversificación de productos nuevos.

TABLA II  
IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE ARTÍCULOS POR AUTOR, VARIEDAD DE FRUTO, OPERACIÓN EN LA PRODUCCIÓN, PRODUCTO, SUBPRODUCTO Y APLICACIÓN

| VARIEDAD                  | OPERACIÓN  | PRODUCTO                  | SUBPRODUCTO      | APLICACIÓN  | AUTOR |
|---------------------------|--|---------------------------|------------------|---|-------|
| Triumph                   | Centrifugación<br>Pasteurización                     | Jugo fermentado           | -                | En estudios de salud, utilizando sus efectos anti-resaca y antihipertensivos potenciales. | [9]   |
| Rojo brillante            | Centrifugación                                       | Jugo de caqui blando      | -                | Como bebida, aprovechando las propiedades nutricionales benéficas para el ser humano.     | [17]  |
| Rojo brillante<br>Triumph | Secado<br>Molienda                                   | Polvo                     | -                | En estudio de extracción de carotenoides por fluidos supercríticos                        | [10]  |
| Rojo brillante<br>Triumph | Molienda   | Harinas ricas en azúcares | -                | Alimento funcional y como ingrediente alimenticio para queque, bizcochos, galletas, etc.  | [13]  |
| Rojo brillante            | Molienda<br>Liofilización<br>Fermentación alcohólica | -                         | Harina Bioetanol | Alimento funcional o combustibles.  | [18]  |
| Triumph                   | Secado<br>Molienda<br>Tamizado                       | -                         | Polvo            | Alimento funcional  | [25]  |
| Fuyu                      | Secado por convección<br>Deshidratación osmótica     | Fruto seco                | -                | Ingrediente de otras preparaciones  | [11]  |
| Fuyu                      | Secado   | Fruto seco                | -                | Elaboración de snacks   | [28]  |
| Fuyu                      | Secado<br>Deshidratación                             | Fruto seco                | -                | Alargar la vida útil  | [29]  |
| Triumph                   | Secado   | Cuero vegetal             | -                | Refrigerio saludable.   | [26]  |
| Triumph                   | Secado<br>Fermentación                               | -                         | Vinagre          | Aditivo alimentario bioactivo.  | [27]  |
| Triumph<br>Rojo brillante | Secado<br>Liofilización                              | Fibra                     | -                | Como ingrediente para elaboración de alimentos.   | [35]  |
| Rojo brillante            | Presión hidrostática<br>Pasteurización               | Extracto                  | -                | En la formulación de nuevos alimentos lácteos.  | [23]  |
| Rojo Brillante            | Pasteurización                                       | Jugo                      | -                | Bebida para producción nivel industrial   | [20]  |
| Rojo brillante            | Pasteurización                                       | Zumo Clarificado          | -                | Como ingrediente principal y para la combinación con otros zumos de frutas.               | [21]  |
| Rojo brillante            | Pasteurización                                       | Extracto Etanólico        | -                | Alimento Funcional  | [22]  |
| Fuyu                      | Triturado  | Película biodegradable    | -                | Como material de envasado en la conservación de verduras frescas.                         | [30]  |
| Rojo brillante<br>Triumph | Mezclado<br>Extrusión                                | Espagueti                 | -                | Producción de pasta   | [14]  |
| Fuyu                      | Triturado  | Películas comestibles     | -                | Embalajes comestibles.  | [15]  |
| Fuyu<br>Triumph           | Liofilización<br>Alta presión hidrostática           | Granola<br>Puré           | -                | Productos elaborados para consumo, con mayor vida útil.                                   | [33]  |
| Rojo Brillante            | Alta presión Hidrostática                            | Batidos                   | -                | Bebida dirigida a consumidores  | [19]  |
| Fuyu                      | Alta presión   | Puré                      | -                | Producto consumo con mayor vida útil  | [32]  |
| Rojo brillante            | Vermicompostaje<br>Vermicultura                      | -                         | Fertilizante     | Estimulador del suelo en cultivos de alimentos.   | [24]  |
| Hachiya                   | Estandarización                                      | Pulpa en conserva         | -                | Como ingrediente en otros productos en mejorar la calidad nutricional                     | [16]  |
| Hachiya                   | Cocción  | Mermelada                 | -                | Producto comercial con mayor vida útil  | [12]  |

## V. REFERENCIAS

- [1] FAO (Food and Agriculture Organization), Productos frescos de frutas, 2012.
- [2] Vendrell, M., “El “milagro” del caqui en Valencia” [Tesis de Master, Universitat Politècnica de València], 2017.
- [3] Saavedra, J., “Oportunidad de exportación de caqui (*Diospyros kaki*) al mercado de España” [Tesis de Grado, Universidad San Ignacio de Loyola], 2019.
- [4] Red Agrícola., “El caqui se perfila como una alternativa agroexportadora”. <https://www.redagricola.com/pe/el-caqui-se-perfila-como-una-alternativa-agroexportadora/>, marzo de 2019.
- [5] Martínez las Heras. “Valorización del cultivo del caqui” [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València], 2017.
- [6] Fort, S., “Potencialidad de la fibra de caqui como ingrediente funcional en masas de galletas” [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València], 2019.
- [7] Matheus, J., Melgaco, R., Ramos, T., Regina, M., & Amorin, M., “Biodegradable and edible film based on Persimmon (*Diospyros kaki* L.) Used as a Lid for Minimally Processed Vegetables Packaging”, *Food and Bioprocess Technology*, vol. 14, pp. 765-779, 2021.
- [8] Hutton, B., Catalá, F. & Moher, D., “La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA”. *Medicina Clínica*, vol. 147, pp. 262–266, 2016.
- [9] Zhou, C., Li, J., Mao, K., Gao, J., Li, X., Zhi, T. & Sang, Y., “Anti-hypertensive and anti-hypertensive effects in vitro of fermented persimmon juice”, *CyTA - Journal of Food*, vol. 17, pp. 960–966, 2019.
- [10] Zaghoudi, K., Framboisier, F., Frochot, C., Vanderesse, R., Barth, D., Kalthoum, J., Blanchard, F. & Guiavarch, Y., “Response surface methodology applied to Supercritical Fluid Extraction (SFE) of carotenoids from Persimmon (*Diospyros kaki* L.)”. *Food Chemistry*, vol. 208, pp. 209–219, 2016.
- [11] Gomes, J., De Mello, R., De Mendonca, K., Amaral, L., Lopes, F., De Jesus, J. & Levate, L. “Drying of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.) pretreated by different osmotic processes,” *Journal Food Process Engineering*, 1, pp. vol. 1–12, 2021.
- [12] Goswami, K., Awasthi, P. & Pandey, A., “Value Added Preserved Food Product from Persimmon (*Diospyros kaki*) Fruit,” *International Journal of Innovative Horticulture*, vol. 8, pp. 66–71, 2019.
- [13] Lucas, R., Viuda, M., Pérez, J., & Fernández, J., “Effect of particle size on the phytochemical composition and antioxidant properties of two persimmon flours from *Diospyros kaki* Thumb. vars. Co-products 'Bright Red' and 'Triumph'”, *Science of Food and Agriculture*, vol. 98, pp. 504–510, 2017.
- [14] Lucas, R., Viuda, M., Pérez, J., Chaves, C., Shkemi, B., Moscaritolo, S., Fernandez, J. & Sacchetti, G., “Persimmon flours as functional ingredients in spaghetti: chemical, physico-chemical and cooking quality,” *Journal of Food Measurement and Characterization*, vol. 14, pp. 1634–164, 2020.
- [15] Vaz, J., Melgaco, R., Ramos, T., Regina, M., Amorin, M., Pelissar, F., Fontanive, R. & Cavalcante, A., “Antibacterial films made with persimmon (*Diospyros kaki*), pectin, and glycerol: An experimental design approach,” *Food Bioprocess Technol*, vol. 14, pp. 765–779, 2021.
- [16] Sharma, A., & Dhiman, A., “Studies on preparation and preservation of persimmon (*Diospyros kaki* L.) pulp,” *Journal Food Processing and Preservation*, vol. 45, pp. 1–17, 2021.
- [17] Park, J., Olawuyi, I. & Lee, W., “Influence of Thermo-sonication and Ascorbic Acid Treatment on Microbial Inactivation and Shelf-Life Extension of Soft Persimmon (*Diospyros kaki* T.) Juice,” *Food and Bioprocess Technology*, vol. 14, pp. 429-440, 2021.
- [18] Conesa, C., Laguarda, N., Fito, P. & Seguí, L., “Evaluation of the industrial residue of persimmon (*Diospyros kaki* Thumb. Cv. Rojo Brillante) as a source of value-added products,” *Waste and Biomass Valorization*, vol. 11, pp. 3749–3760, 2020.
- [19] Hernández, M., Varela, P., Hernando, I., Fiszman, S. & Quiles, A., “Persimmon milkshakes with enhanced functionality: Understanding consumers' perception of the concept and sensory experience of a functional food,” *Food Science and Technology*, vol. 62, pp. 384–392, 2015.
- [20] González, E., Vegara, S., Martí, N., Valero, M. and Saura, D., “Physicochemical Characterization of Pure Persimmon Juice: Nutritional Quality and Food Acceptability,” *Journal of Food Science*, vol. 80, pp. 532–539, 2015.
- [21] Gonzales, M. Proyecto sobre producción de zumo de caqui (*Diospyros kaki* L.). Pectin World, 2017.
- [22] Calderón, V., Diaz, K., Jara, C. & Madrid, A. “Actividad antibacteriana y antioxidante de extractos de pulpa y cascara de *Diospyros kaki*”, *Jornada de Jóvenes Investigadores AUGM*, 26, 2018.
- [23] Hernández, M., Tarrega, A., Hernando, I., Fiszman, S. & Quiles, A., “Estudio reológico de nuevos alimentos lácteos ricos en carotenoides elaborados con caqui,” *CIBIA9 Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos*, vol. 1, pp. 279–286, 2018.
- [24] Pérez, A., Quiñones, A., Fernández, M., Visconti, F. & Canet R., “Potencial fertilizante de vermicompost obtenido de desechos de caqui,” *Actas de Horticultura*, vol. 82, pp. 84-89, 2019.
- [25] Ramachandriah, K. & Chin, B., “Effect of particle size of persimmon by-product powders on their physicochemical properties and antioxidant activities in porcine patties,” *Journal of Food Process Engineering*, vol. 41, pp. 1–9, 2017.
- [26] Dursun, D. & Dalgic, A., “Production and preference mapping of persimmon fruit leather: An optimization study by Box–Behnken,” *Journal of Food Process Engineering*, vol. 41, pp. 1–8, 2018.
- [27] Yüksel, B., Kübra, O. & Osman, S., “Bioactivity, physicochemical and antimicrobial properties of vinegar made from persimmon (*Diospyros kaki*) peels”. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, vol. 38, pp. 1643–1652, 2020.
- [28] Milczarek, R., Woods, R., LaFond, S., Breksa, A., Preece, J., Smith, J., Sedej, I., Olsen, C. & Vilches, A., “Synthesis of descriptive sensory attributes and hedonic rankings of dried persimmon (*Diospyros kaki* sp.)”, *Food Science & Nutrition*, vol. 6, pp. 124–136, 2018.
- [29] Borsini, A. & Albani, O., “Aplicación de diferentes técnicas de Secado en frutas de *Diospyros kaki* var. ‘Fuyu,’” *Revista de Ciencia y Tecnología*, vol. 26, pp. 65–70, 2016.
- [30] Matheus, J., Melgaco, R., Ramos, T., Regina, M., & Amorin, M., “Biodegradable and edible film based on Persimmon (*Diospyros kaki* L.) Used as a Lid for Minimally Processed Vegetables Packaging”. *Food and Bioprocess Technology*, 14, 765-779, 2021.
- [31] Rodríguez, A., Cap, M., Ramos, N., Godoy, F., Mascheroni, R. & Vaudagna, S., “High-pressure processing of persimmon purée: Stability during chilled storage,” *Journal Food Processing and Preservation*, vol. 44, pp. 1–11, 2019.
- [32] Ramachandriah, K. & Chin, B., “Effect of particle size of persimmon by-product powders on their physicochemical properties and antioxidant activities in porcine patties”. *Journal of Food Process Engineering*, vol. 41, pp. 1–9, 2017.
- [33] Ugarte, M., Locati, G., Ayala, G., Wallinger, M. & Pantano, S., “Permanencia de compuestos bioactivos de frutos del caqui procesados por dos métodos de conservación, para la formulación de alimentos funcionales,” *Investigación, Ciencia y Universidad*, vol. 2, pp.167, 2018.
- [34] Pérez, A., Quiñones, A., Fernández, M., Visconti, F. & Canet R., “Potencial fertilizante de vermicompost obtenido de desechos de caqui,” *Actas de Horticultura*, vol. 82, pp. 84-89, 2019.
- [35] Martínez, R., Landines, E., Heredia, A., Castelló, M. & Andrés, A., “Influence of drying process and particle size of persimmon fibre on its physicochemical, antioxidant, hydration and emulsifying properties.” *Revista de ciencia y tecnología de los alimentos*, vol. 54, pp. 2902-2912, 2017.